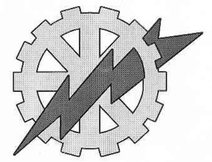


CES – Centro de Ensino Superior de C. Lafaiete



Faculdade de Engenharia Elétrica

Mecânica dos Sólidos

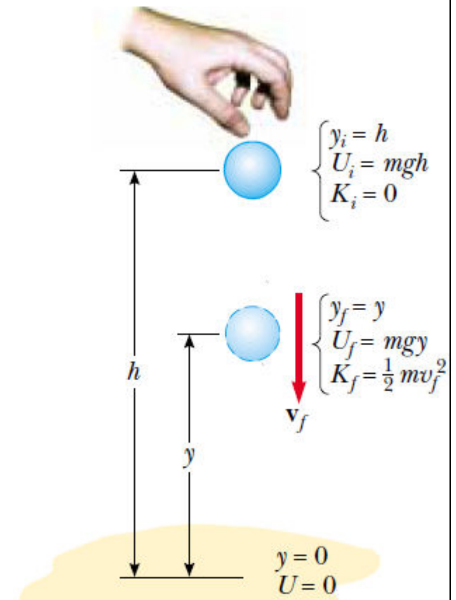
Prof. Aloísio Elói

Energia Potencial

"Revisão":Serway e Jewett, capítulo 07.

Resumo

1. Energia potencial gravitacional: $U_g = mgy$.
2. Energia potencial elástica: $U_s = \frac{1}{2}kX^2$
3. Trabalho da força peso: $W_P = -\Delta U_g$.
4. Energia mecânica: $E_{mec} = U + K$ (Soma da cinética com a potencial).
5. Forças dissipativas: as de atrito. Forças conservativas: as demais.
6. Forças conservativas: não causam transformação da energia mecânica em energia interna. Seu trabalho não depende das trajetórias dos membros dos sistemas, apenas das configurações inicial e final. Forças dissipativas: pelo contrário.
7. Princípio da Conservação da Energia Mecânica: Quando num sistema isolado só atuam forças conservativas, a sua energia mecânica se conserva: $E_f = E_i \rightarrow U_f + K_f = U_i + K_i$.
8. Princípio da Conservação Geral da Energia num sistema isolado: $U + K + E_{\text{int}} = \text{constante}$.
9. Trabalho de uma força conservativa: $\text{W}=\int_{x_i}^{x_f} F_x dx = -\Delta U \rightarrow U_f = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx + U_i$.
10. Para uma força conservativa: $F_x = -\frac{dU}{dx}$.
11. Não estudaremos, nesse momento, as seções 7.5, 7.6 e 7.8.
12. Equilíbrio estável: As posições de equilíbrio correspondem aos valores de x para os quais U(x) têm um valor mínimo relativo em um diagrama de energia.
13. Equilíbrio instável: As posições de equilíbrio correspondem aos valores de x para os quais U(x) têm um valor máximo relativo em um diagrama de energia.
14. Equilíbrio neutro: As posições de equilíbrio correspondem aos valores de x para os quais U(x) têm um valor constante em um diagrama de energia.

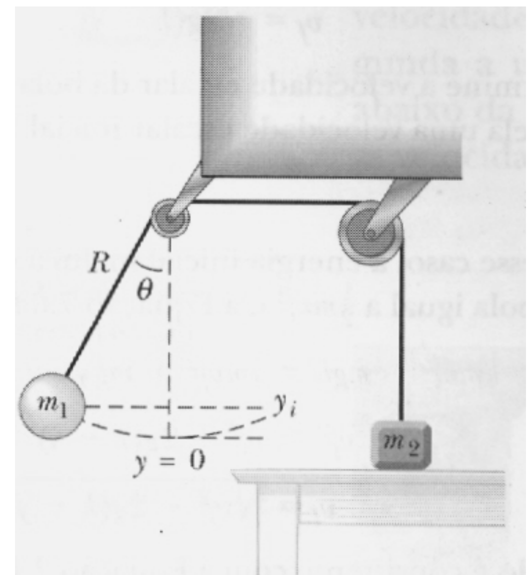


Exemplo 01

Exemplos

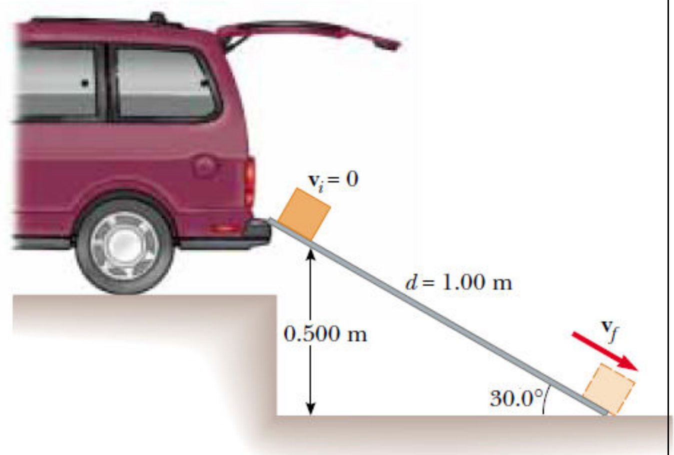
1. **(7.1/217)** **-** Solta-se do repouso uma bola de massa m de uma altura h acima do solo, como mostra a figura. (a) Determine a velocidade escalar da bola quando ela está uma altura y acima do solo. (b) Determine a velocidade escalar da bola em y se for fornecida a ela uma velocidade inicial v_i na altura h.

2. **(7.2/218)** **-** Dois blocos estão conectados por um fio sem massa que passa por duas polias sem atrito, conforme a figura. Uma extremidade do fio está ligada a um corpo de massa m_1 = 3,00 kg que está a uma distância R = 1,20 m da polia da esquerda. A outra extremidade do fio está ligada a um bloco de massa m_2 = 6,00 kg que está parado sobre uma mesa. A massa de 3,00 kg tem de ser solta a partir de que ângulo θ (medido a partir da vertical) para que ela consiga levantar o bloco de 6,00 kg da mesa?



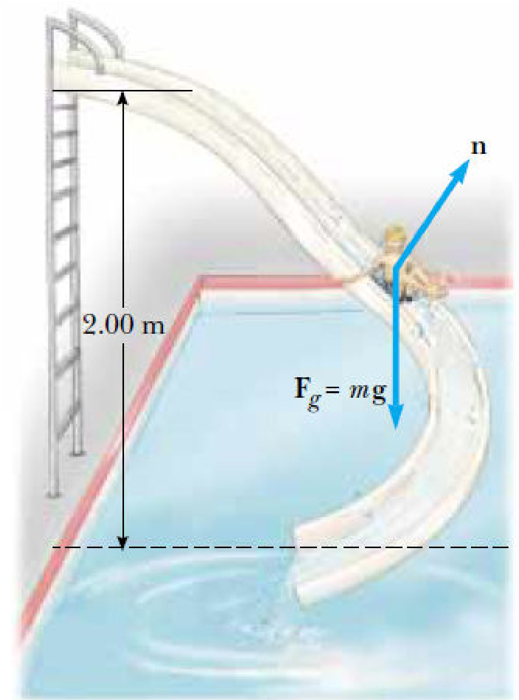
Exemplo 02

3. **(7.3/222)** - Uma caixa de 3,00 kg desliza rampa abaixo num galpão de carga. A rampa tem 1,00 m de comprimento, e está inclinada a um ângulo de 30,0 °, como mostra a figura. A caixa começa do repouso no topo e sofre a ação de uma força de atrito constante de módulo 5,00 N. Utilize métodos de energia para determinar a velocidade escalar da caixa quando ela atinge a base da rampa.

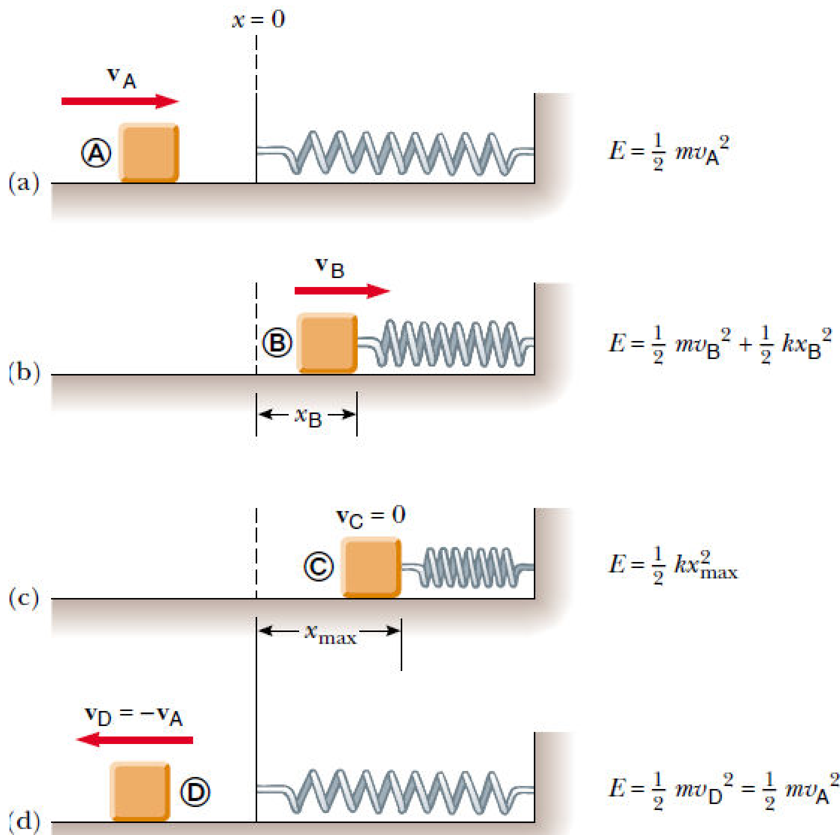


Exemplo 3

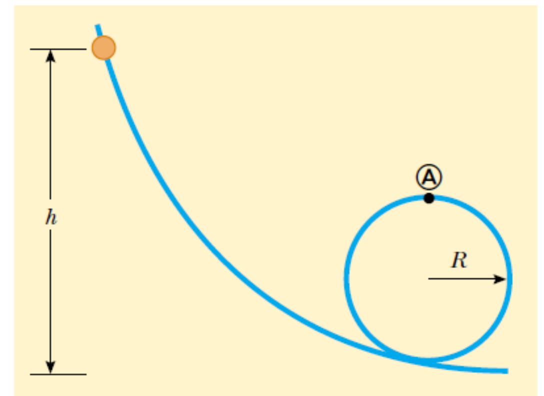
4. **(7.4/223) -** Uma criança de massa m desliza em um escorregador irregularmente curvo de altura h = 2,00 m, como na figura ao lado. A criança começa do repouso no topo. (a) Determine a velocidade escalar da criança base supondo que nenhum atrito esteja presente. (b) Se uma força de atrito age sobre a criança de 20,0 kg, e ela chega à base do escorregador com uma velocidade escalar v_f = 3,00 m/s, quanto diminuiu a energia mecânica do sistema devido a essa força?
5. **(7.5/224) –** É dada uma velocidade inicial v_A = 1,20 m/s para a direita a um bloco de massa de 0,800 kg que colide com uma mola leve de constante elástica k = 50,0 N/C, como na figura abaixo. (a) Se a superfície não tem atrito, calcule a compressão máxima da mola após a colisão. (b) Se uma força de atrito cinético constante age entre o bloco e a superfície com μ_k = 0,500, e se a velocidade escalar do bloco logo que ele colide com a mola for v_A = 1,20 m/s, qual é a compressão máxima da mola?



Exemplo 4



Exemplo 5

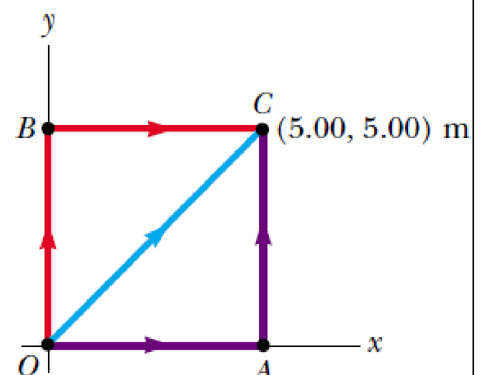


Exercício 1

Exercícios

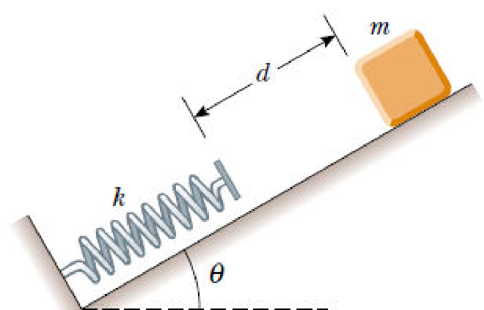
1. **(5/236) –** Uma conta furada desliza sem atrito por um fio que dá uma volta vertical (ver figura acima). A conta é solta de uma altura h = 3,50 R. (a) Qual é a velocidade escalar no ponto A? (b) Qual é o valor da força normal sobre ela no ponto A se sua massa é de 5,00 g?

2. **(13/237) –** Uma força agindo sobre uma partícula em movimento no plano xy é dada por $\vec{F} = (2y\hat{i} + x^2\hat{j})N$, em que x e y estão em metros. A partícula se desloca da origem até uma posição final com coordenadas x = 5,00 m e y = 5,00 m, como na figura abaixo. Calcule o trabalho feito por $\vec{F}$ ao longo de (a) OAC. (b) OBC. (c) OC. (d) $\vec{F}$ é conservativa ou não conservativa? Explique.



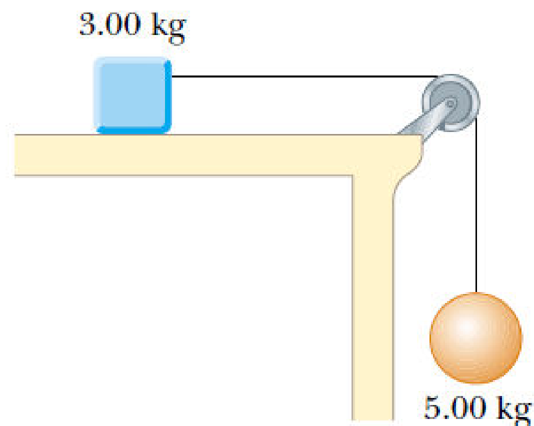
Exercício 2

3. **(17/238) –** Um corpo de massa m parte do repouso e desce escorregando por um plano sem atrito inclinado com um ângulo θ. Após deslizar por uma distância d, ele entra em contato com uma mola não comprimida nem esticada de massa desprezível como mostrado na figura ao lado. O corpo desliza por uma distância adicional x até que atinja momentaneamente o repouso pela compressão da mola (de constante elástica k). Encontre a separação inicial d entre o corpo e a extremidade da mola.



Exercício 3

4. **(21/238) –** O coeficiente de atrito entre o bloco de 3,00 kg e a superfície na figura ao lado é de 0,400. O Sistema parte do repouso. Qual a velocidade escalar da bola de 5,00 kg quando ela caiu 1,50 m?



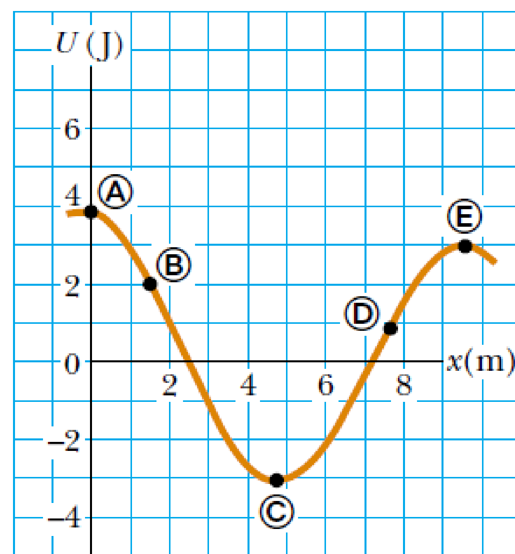
Exercício 4

5. **(27/239) –** Uma única força conservativa atua sobre uma partícula de 5,00 kg. A equação $F_x = (2x+4)N$ descreve a força, onde x está em metros. Quando a partícula se desloca ao longo do eixo x de x = 1,00 m até x = 5,00 m, calcule: (a) o trabalho feito por essa força, (b) a mudança ocorrida na energia potencial do sistema, e (c) a energia cinética da partícula em x = 5,00 m se sua velocidade escalar é de 3,00 m/s em x = 1,00 m.

6. **(28/239) –** Uma única força conservativa agindo sobre uma partícula varia como $\vec{F} = (-Ax + Bx^2)\hat{i}\ N$, em que A e B são constantes e x está em metros. (a) Calcule a função energia potencial U(x) associada a essa força, considerando U(x) = 0 em x = 0. (b) Encontre a mudança na energia potencial do sistema e a mudança na energia cinética da partícula quando ela vai de x = 2,00 m até x = 3,00 m.

7. **(30/239) -** Uma função energia potencial para uma força bidimensional sobre uma partícula é da forma $U = 3x^3y - 7x$. Encontre a força que age sobre a partícula no ponto (x, y).

8. **(35/239) –** Determine para a curva de energia potencial mostrada na figura ao lado (a) se a força F_x é positiva negativa ou nula nos cinco pontos indicados. (b) Indique pontos de equilíbrio estável, instável e neutro. (c) Trave a curva para F_x de x = 0 até x = 9,5 m.



Exercício 8

9. (36/239) – Uma partícula está em movimento ao longo de uma linha onde a energia potencial do sistema depende da posição r da partícula, como representado na figura abaixo. No limite em que r aumenta sem fronteiras, U(r) aproxima-se de + 1 J. (a) Identifique cada posição de equilíbrio para essa partícula. Indique se cada ponto é de equilíbrio estável, instável ou indiferente (neutro). (b) A partícula estará limitada se a energia total do sistema estiver em qual intervalo? Suponha agora que o sistema tenha uma energia de – 3 J. Determine (c) o intervalo das posições em que ela pode ser encontrada, (d) sua energia cinética máxima, (e) o local onde ela tem energia cinética máxima, e (f) *sua energia de ligação* – isto é , a energia adicional que precisaria lhe ser fornecida para que ela se afastasse até $r \to \infty$.

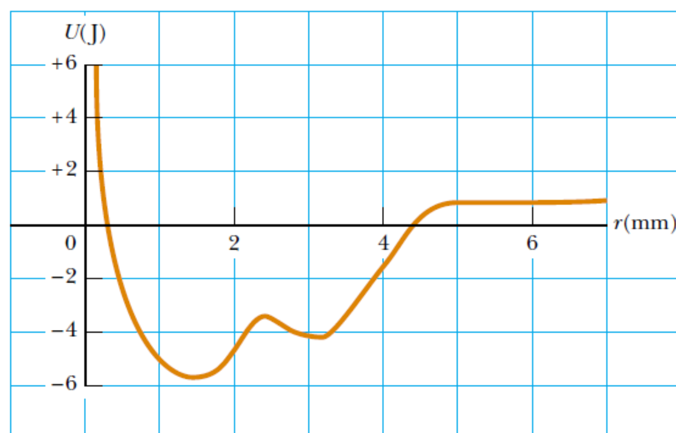
10. (37/240) - Uma partícula de massa 1,18 kg está ligada entre duas molas idênticas sobre uma mesa horizontal sem atrito. As molas têm constante elástica k e cada uma está inicialmente relaxada.

    a) Se a partícula é puxada a uma distância x ao longo de uma direção perpendicular à configuração inicial das molas, conforme a figura abaixo, mostre que a energia potencial do sistema é $U(x) = kx^2 + 2kL\left(L - \sqrt{x^2 + L^2}\right)$.

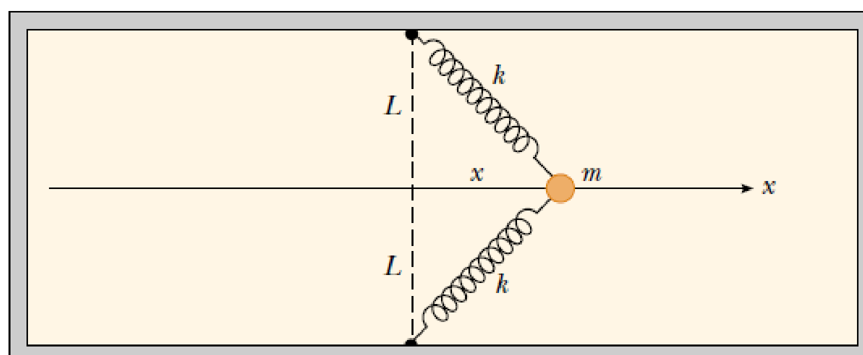
    (Dica: Veja o problema 50 no capítulo 6).

    b) Faça um gráfico de U(x) contra x e identifique todos os pontos de equilíbrio. Suponha que L = 1,20 m e k = 40,0 N/m.

    c) Se a partícula é puxada 0,500 m para a direita e então solta, qual é sua velocidade escalar quando ela atinge a posição de equilíbrio x = 0?



Exercício 9



Exercício 10